

8

(19)  Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 881 359 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: E21D 9/08, E21D 11/10,  
E21D 11/40

(21) Anmeldenummer: 97108568.3

(22) Anmeldetag: 28.05.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IT LI LU NL PT SE

(71) Anmelder: Herrenknecht GmbH  
D-77963 Schwanau (DE)

(72) Erfinder:  
• Breig, Uwe, Dipl.-Ing. (FH)  
79183 Waldkirch (DE)

• Uhrig, Thomas, Dipl.-Ing.  
78187 Gelsingen (DE)

(74) Vertreter:  
Durm, Klaus, Dr.-Ing. et al  
Patentanwälte  
Dr.-Ing. Klaus Durm  
Dipl.-Ing. Frank Durm  
Felix-Mottl-Strasse 1a  
76185 Karlsruhe (DE)

(54) Verfahren und Anordnung zur Herstellung eines Tunnels im Schildvortrieb

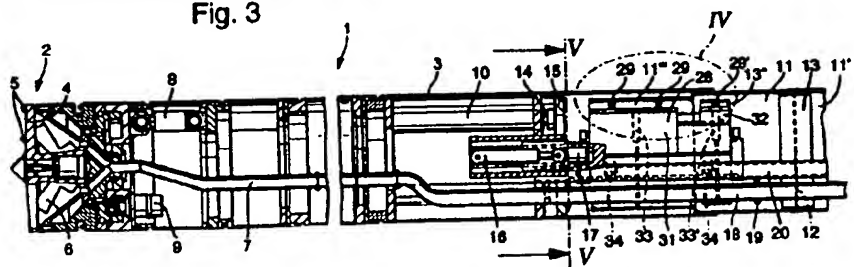
(57) Es wird ein Verfahren und eine Anordnung zum Herstellen eines Tunnels im Schildvortrieb vorgeschlagen, wobei zunächst eine Vortriebsmaschine 1 mit einem Schild 2 und einem Schildschwanz 3 unter Auschieben eines Rohrstücks 11 aus dem Schildschwanz 3 vorgetrieben wird. Danach wird ein aufweitbares Rohrstück 11" durch den bereits ausgebauten Rohrstrang 11, 11' hindurch in den Schildschwanz 3 transportiert und dort aufgeweitet. Nach Anretieren der Aufweitung wird das aufgeweitete Rohrstück 11" an das bohrvortriebsseitige Ende des bereits ausgebauten Rohrstrangs 11, 11', 11" angesetzt und beim Vortrieb der Vortriebsmaschine 1 aus dem Schildschwanz 3 ausgeschoben. Diese Verfahrensschritte werden wiederholt, so daß sich ein sofortiger Ausbau des herge-

stellten Tunnels mit einem aus aufgeweiteten Rohrstücken 11, 11', 11" zusammengesetzten Rohrstrang ergibt.

Eine besonders bevorzugte Verfahrensvariante sieht den Transport von aufweitbaren Zusatzrohrstücken 13" in den Schildschwanz 3 vor, welche jeweils im Bereich der Stoßkanten 12 zwischen zwei Rohrstücken 11, 11" aufgeweitet werden und den Rohrstrang auf diese Weise zentrieren und stabilisieren.

Anwendung findet die Erfindung vorzugsweise bei der ferngesteuerten Herstellung von nicht begehbaren Kanälen.

Fig. 3



EP 0 881 359 A1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Tunnels im Schildvortrieb sowie eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist seit langem bekannt, Tunnels im Schildvortrieb herzustellen, bei denen ein sofortiger Ausbau mittels Einsetzen von Tübbing erfolgt. Hierzu befindet sich im Schildschwanz der Vortriebsmaschine ein Tübbingerektor, welcher die einzelnen Tübbinge im Schutz des Schildschwanzes zu einer Tunnelröhre zusammensetzt. Das Ergebnis ist ein in-situ hergestelltes Rohr, welches aus einer Vielzahl von einzelnen Segmenten zusammengesetzt ist.

Im Bereich des sogenannten Microtunneling, also beim ferngesteuerten Herstellen von Kanälen, ist ein Tübbingebau nicht möglich, denn das Zusammensetzen der Tübbinge zu einer Röhre ist vollautomatisch oder ferngesteuert nicht durchführbar.

Nicht begehbare Kanäle, beispielsweise Hausanschlüsse, Leitungen zur Be- und Entwässerung oder Ver- und Entsorgungsleitungen, werden immer noch in vielen Fällen in offener Bauweise hergestellt. Demgegenüber bietet das Microtunneling mit sofortigem Ausbau aber schon jetzt erhebliche Vorteile.

Der sofortige Ausbau wird beim Microtunneling wie folgt erzielt: Eine Vortriebsmaschine wird aus einem Startschacht heraus mittels einer Vorpreßeinheit in den Boden vorgetrieben. Wenn die Vorpreßeinheit ganz ausgefahren ist, wird der Tunnelvortrieb gestoppt, die Vorpreßeinheit zurückgefahren und ein Rohrstück an das Schildschwanzende angesetzt. Die Vorpreßeinheit schiebt das Rohrstück, und mit diesem die Vortriebsmaschine, in den Boden, um den Tunnelvortrieb fortzusetzen. Durch sukzessives Einsetzen von weiteren Rohrstücken in die Vorpreßeinheit entsteht ein Rohrstrang, an dessen Spitze die Vortriebsmaschine sitzt.

Die Kraft der Vorpreßeinheit wirkt bei dieser bekannten Vorgehensweise jeweils auf das zuletzt eingesetzte Rohrstück und über dieses indirekt auf die Vortriebsmaschine, so daß die benötigte Kraft für den Vortrieb mit zunehmender Rohrlänge und entsprechend anwachsender Reibung im anstehenden Boden stetig größer wird. Je nach Bodenbeschaffenheit ergibt sich daher eine maximale Rohrlänge, jenseits der ein Einsatz von extra anzusteuern und zu versorgenden Dehnenstationen notwendig wird. Außerdem ist es im eben beschriebenen Verfahren sehr aufwendig, gekrümmte Tunnels herzustellen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zum Herstellen eines Tunnels im Schildvortrieb bereitzustellen, mit denen insbesondere nicht begehbare Tunnels und Kanäle mit sofortigem Ausbau unter Vermeidung der offenen Bauweise auch über große Distanzen und gegebenenfalls mit Krümmungen problemlos hergestellt werden können.

Diese Aufgabe ist durch ein Verfahren mit den

Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

Erfindungsgemäß wird beim Vortrieb einer Vortriebsmaschine mit einem Schild und einem Schildschwanz zunächst ein Rohrstück aus dem Schildschwanz ausgeschoben. Vom Startschacht her wird durch dieses Rohrstück hindurch ein aufweitbares Rohrstück bis in den Schildschwanz transportiert und dort auf den gleichen Durchmesser aufgeweitet wie das bereits ausgeschobene Rohrstück. Die Aufweitung wird arretiert, das aufgeweitete Rohrstück wird an das ausgeschobene Rohrstück angesetzt und beim weiteren Vortrieb der Vortriebsmaschine aus dem Schildschwanz ausgeschoben. Danach wird ein weiteres aufweitbares Rohrstück durch den durch die beiden gesetzten Rohrstücke gebildeten Rohrstrang hindurch in den Schildschwanz transportiert, dort aufgeweitet, arretiert und an den ausgebauten Rohrstrang angesetzt. Diese Verfahrensschritte wiederholen sich, bis die gewünschte Tunnelänge erreicht ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein gliederartig zusammengesetzter Rohrstrang hergestellt, welcher auch Krümmungen aufweisen kann. Die einmal ausgeschobenen Rohrstücke bleiben gegenüber dem anstehenden Boden ortsfest, so daß relativ kleine Radien beim Tunnelvortrieb gefahren werden können. Außerdem sind die für den Vortrieb benötigten Kräfte von der Entfernung zwischen der Vortriebsmaschine und dem Startschacht unabhängig.

Dadurch, daß komplette Rohrstücke als Ganzes in den Schildschwanz verbracht und dort lediglich auf den gewünschten Durchmesser aufgeweitet werden, ist es im Gegensatz zum bekannten Tübbingebau - möglich, den Ausbau des Tunnels im Schildschwanz ferngesteuert vorzunehmen und auch nicht begehbare Kanäle anzufertigen.

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Durchführung des Verfahrens umfaßt neben einer bekannten Vortriebsmaschine mit einem Schild und einem Schildschwanz eine Anzahl von aufweitbaren Rohrstücken, ein Transportmittel zum Transport dieser Rohrstücke in den Schildschwanz, Aufweiteinrichtungen zum Aufweiten der Rohrstücke, welche vorzugsweise an den Rohrstücken selbst angebracht sind, Arretiervorrichtungen zum Arretieren der Aufweitung, wobei die Aufweiteinrichtungen selbstarretierend ausgebildet sein können, eine Positioniereinrichtung zum Ansetzen des jeweils im Schildschwanz aufgeweiteten Rohrstücks an den bereits ausgebauten Rohrstrang sowie Mittel zum Ausschleben der aufgeweiteten Rohrstücke aus dem Schildschwanz, welche gleichzeitig den Vortrieb der Vortriebsmaschine bewirken können.

Die aufweitbaren Rohrstücke bestehen vorzugsweise aus ringförmig zusammengabogenen, aufweitbaren Bändern, deren Enden sich in Umfangsrichtung überlappen. Aufweitbare Bänder dieser Art werden zum Abdichten von Leckstellen in Kanälen bereits verwendet und sind beispielsweise aus der DE 93 13 379 U1 oder

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

der DE 44 01 318 C2 bekannt. Zweckmäßigerweise besteht ein solches Band aus federelastisch verformbarem Material, beispielsweise aus Stahlblech.

Zwischen den im Inneren des Schildschwanzes aufgeweiteten und ausgeschobenen Rohrstücken, welche den Rohrstrang bilden, und dem anstehenden Boden verbleibt in der Regel ein Ringraum. Dieser wird zweckmäßigerweise verfüllt, beispielsweise mit einer schnell erhärtenden Suspension, um den Rohrstrang zu stützen und ihm für den Vortrieb der Vortriebsmaschine ausreichend Halt zu geben. Die Verfüllung des Ringraums erfolgt vorzugsweise über Injektionsdüsen am vortriebsabgewandten Ende des Schildschwanzes.

Um zu verhindern, daß gegebenenfalls vorhandenes drückendes Wasser in das Innere des Schildschwanzes eindringen kann, und um die Verfüllmasse für den Ringraum vom Schildschwanzinnenraum fernzuhalten, ist es vorteilhaft, zwischen den Außenwandungen der Rohrstücke und der Innenwandung des Schildschwanzes Ringe aus gummielastischem Material anzubringen, die sich beim Aufweiten der Rohrstücke an deren Außenwandungen und gleichzeitig an der Innenwandung des Schildschwanzes dichtend anlegen. Diese Ringe können entweder an den Außenwandungen der Rohrstücke oder ortsfest an der Innenwandung des Schildschwanzes angebracht sein.

Die Abdichtung der Stoßkanten zwischen den einzelnen Rohrstücken gegen drückendes Wasser oder gegen die Verfüllmasse kann dadurch vorgenommen werden, daß die Außenkanten der Rohrstücke jeweils mit einem gummielastischen Material überzogen sind, so daß beim Ansetzen eines Rohrstücks an den Rohrstrang gummielastisches Material auf gummielastisches Material stößt.

Bei Verwendung von ringförmig zusammengebogenen Bändern, deren Enden sich in Umlängsrichtung überlappen, ist es vorteilhaft, wenn zwischen den sich überlappenden Bandenden jeweils eine im wesentlichen axial verlaufende Dichtung angeordnet ist, um ein Eindringen von Wasser oder Verfüllmasse in das Innere des Rohrstrangs an dieser Stelle zu verhindern.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die aufweitbaren Rohrstücke mit einem Montierwagen in den Schildschwanz transportiert werden, wobei der Montierwagen eine Betätigungsvorrichtung für die Aufweiteinrichtungen trägt und mit deren Hilfe die Rohrstücke im Schildschwanz aufweitet. Die Aufweiteinrichtungen des aufweitbaren Rohrstücks können bereits im Startschacht in Eingriff mit der Betätigungsvorrichtung des Montierwagens gebracht werden. Nach dem Transport durch den Rohrstrang wird der Montierwagen im Schildschwanz positioniert. Danach wird die Betätigungsvorrichtung aktiviert und das Rohrstück aufgeweitet. So ist auf einfache Weise sichergestellt, daß das Aufweiten des Rohrstücks automatisch bzw. ferngesteuert erfolgen kann.

Der Montierwagen kann die aufweitbaren Rohrstücke einzeln oder auch paarweise in den Schild-

schwanz transportieren. Fast der gesamte Weg zwischen der Vortriebsmaschine und dem Startschacht kann vom Montierwagen während des Ausschlebens des zuletzt aufgeweiteten Rohrstücks zurückgelegt werden, so daß das Hin- und Herfahren des Wagens nicht zu Verzögerungen führt.

Die für den Betrieb der Vortriebsmaschine nötigen Versorgungsleitungen liegen im bereits ausgebauten Rohrstrang und werden hinter der Vortriebsmaschine hergeschleppt. Sie müssen bereits im Startschacht in die aufweitbaren Rohrstücke eingefädelt werden, so daß die auf der Innenwandung des Rohrstrangs aufliegenden Versorgungsleitungen den Transport der Rohrstücke in den Schildschwanz behindern. Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen, wird der Montierwagen vorteilhafterweise mit einer Einrichtung versehen, welche die Versorgungsleitungen vor dem Montierwagen anhebt und hinter ihm wieder ablegt. So können die aufweitbaren Rohrstücke auch im eingefädelten Zustand behinderungsfrei durch den Rohrstrang hindurch transportiert werden.

Weitere Vorteile ergeben sich, wenn der Montierwagen im Schildschwanz an eine Andockstation der Vortriebsmaschine angekoppelt wird: Hierdurch wird der Montierwagen in relativ zum Schildschwanz definierter Lage fest mit der Vortriebsmaschine verbunden, bevor die Aufweitung des Rohrstücks erfolgt. Die Positioniereinrichtung kann der Andockstation zugeordnet sein und auf diese einwirken, so daß ein genaues Ansetzen des neu aufgeweiteten Rohrstücks an den bereits ausgebauten Rohrstrang ferngesteuert bzw. automatisch sichergestellt ist.

Die Andockstation bietet weiterhin die Möglichkeit, den Montierwagen über geeignete Kupplungselemente an die Versorgungsleitungen der Vortriebsmaschine anzuschließen. Über die Andockstation kann beispielsweise der Ansteuerimpuls für die Betätigungsvorrichtungen an den Montierwagen weitergeleitet werden, oder dieser kann mit Strom, Druckluft, Hydrauliköl oder dergleichen für die auf dem Montierwagen zur Aufweitung und Positionierung des Rohrstücks vorhandene Mechanik versorgt werden.

Eine besonders bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß zusätzlich zum aufweitbaren Rohrstück jeweils ein Zusatzrohrstück in den Schildschwanz transportiert wird, welches nach dem Aufweiten, Arretieren und Ansetzen des Rohrstücks an den bereits ausgebauten Rohrstrang in den Bereich der Stoßkante zwischen Rohrstück und Rohrstrang verbracht und dort aufgeweitet wird, bis es an der Innenwandung des Rohrstrangs anliegt. Danach wird die Aufweitung des Zusatzrohrstücks arretiert.

Zweckmäßigerweise wird zum Transport jeweils eines Rohrstücks und eines Zusatzrohrstücks ein Montierwagen verwendet, der die beiden Teile zusammen in den Schildschwanz transportiert, dort zunächst das Rohrstück aufweitet, arretiert und an den bereits ausge-

bauten Rohrstrang ansetzt, und danach das Zusatzrohrstück in Position bringt, aufweitet und arretiert. Erst nach diesen Verfahrensschritten wird das Rohrstück beim weiteren Bohrvortrieb aus dem Schildschwanz ausgeschoben.

Bei dieser besonders vorteilhaften Verfahrensvariante entsteht ein Rohrstrang, der aus aneinandergesetzten Rohrstücken besteht, wobei jeder Verbindungsstoß zwischen zwei benachbarten Rohrstücken über ein an den Innenwandungen beider Rohrstücke zugleich angepreßtes Zusatzrohrstück verfügt. Dieses Zusatzrohrstück kann gleich lang wie die eigentlichen Rohrstücke ausgebildet sein, so daß sich im Ergebnis ein doppelwandiger Rohrstrang ergibt. Um Material zu sparen und um kleine Krümmungsradien des Tunnels zu ermöglichen, sind die Zusatzrohrstücke vorzugsweise deutlich kürzer als die eigentlichen Rohrstücke ausgebildet.

Die Zusatzrohrstücke bieten den großen Vorteil, daß sie die jeweils benachbarten Rohrstücke zentrieren und in ihrer Lage zueinander stabilisieren. Daneben dichten sie den durch die Rohrstücke gebildeten Rohrstrang nach außen ab, auch wenn Krümmungen des Tunnels zwischen den einzelnen Rohrstücken Fugen erzeugen.

Das gesamte erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Tunnels im Schildvortrieb kann ferngesteuert erfolgen, was für nicht begehbare Kanäle von größter Wichtigkeit ist.

Neben den vorteilhaften Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die sich in den Ansprüchen 2 bis 14 finden lassen, ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung aus den Ansprüchen 16 bis 29.

Die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens kann insbesondere einen Montierwagen umfassen, der eine Betätigungsvorrichtung für die Aufweiteinrichtungen trägt, wobei diese im wesentlichen aus mindestens einem Drehwerkzeug besteht, welches sich beim Aufweiten des Rohrstücks im Eingriff mit einem Ritzel der Aufweiteinrichtung befindet und anhebbar sowie absenkbar ausgebildet ist. Das genannte Ritzel der Aufweiteinrichtung kann also schon im Startschacht auf das vorzugsweise nach oben gerichtete Drehwerkzeug aufgesetzt werden und während des Transports des aufweiterbaren Rohrstücks mit diesem im Eingriff bleiben. Nachdem der Montierwagen im Schildschwanz angekommen ist, kann das Drehwerkzeug angehoben werden, bis das Rohrstück im Scheitel des Schildschwanzes anliegt. Danach kann das Rohrstück durch einfaches Drehen des Drehwerkzeugs behinderungsfrei aufgeweitet werden.

Zur Durchführung der Verfahrensvariante, welche mit Zusatzrohrstücken arbeitet, verfügt der Montierwagen vorzugsweise über zwei Betätigungsvorrichtungen, die unabhängig voneinander betätigbar, unabhängig voneinander anhebbar und absenkbar sowie gegeneinander verschiebbar ausgebildet sind. Hierdurch kann

zunächst ein Rohrstück in der oben beschriebenen Weise aufgeweitet und an den bereits ausgebauten Rohrstrang angesetzt werden. Sodann kann die zweite Betätigungsvorrichtung für ein Zusatzrohrstück entlang der Rohrachse verschoben und das Zusatzrohrstück mittels Anheben der zugehörigen Betätigungsvorrichtung an den Scheitel der Innenwandung des Rohrstrangs angelegt und aufgeweitet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens werden im folgenden durch ein Ausführungsbeispiel näher erläutert. Dieses wird anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- 15 Figur 1 Einen seitlichen Schnitt durch eine Vortriebsmaschine mit dem vorderen Ende des bereits ausgebauten Rohrstrangs;
- Figur 2 das Detail II aus Figur 1;
- 20 Figur 3 eine Darstellung wie Figur 1 während eines späteren Verfahrensabschnitts;
- Figur 4 das Detail IV aus Figur 3 während eines noch späteren Verfahrensabschnitts;
- 25 Figur 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V gemäß Figur 3;
- 30 Figur 6 eine perspektivische Skizze eines Montierwagens;
- Figur 7 einen Abschnitt eines mit der Erfindung hergestellten, nicht begehbaren Kanals;
- 35 Figur 8 eine Darstellung wie Figur 1, jedoch eines anderen Ausführungsbeispiels.

Die in Figur 1 dargestellte Vortriebsmaschine 1 umfaßt einen Schild 2 mit einem nachfolgenden Schildschwanz 3 und einem Schneidrad 4, welches mit Hartmetallwerkzeugen 5 versehen ist. Der in einen Brecherraum 6 gelangende Abraum wird über eine Förderleitung 7 in den (nicht dargestellten) Startschacht abgeleitet.

Die Vortriebsmaschine 1 ist mittels Steuerzylindern 8 lenkbar. Ein Drehantrieb 9 erzeugt die für den Bohrvortrieb notwendige Drehbewegung, wohingegen die Vortriebskraft mittels Vortriebszylindern 10 erzeugt wird, welche sich auf dem durch die Rohrstücke 11, 11' und 11'' gebildeten Rohrstrang abstützen.

An den Stoßkanten 12, 12' zwischen den einzelnen Rohrstücken 11, 11' und 11'' sind an den Innenwandungen der Rohrstücke 11, 11', 11'' anliegende Zusatzrohrstücke 13 und 13' angeordnet, welche den Rohrstrang stabilisieren und gegen eindringendes Wasser abdichten.

Die Vortriebszylinder 10 stützen sich mit ihren Kol-

benstangen 14 auf einer Druckplatte 15 ab, welche wiederum auf dem vordersten Rohrstück 11 aufliegt.

Weiterhin sichtbar sind eine Positioniereinrichtung 16, welche mit einer Andockstation 17 zusammenwirkt, sowie Versorgungsleitungen 18, Halteplatten 19 und Führungsschienen 20. Die Funktion dieser Teile wird später erläutert.

Figur 1 und Figur 2, eine vergrößerte Darstellung des Details II aus Figur 1, zeigen den Verfahrensabschnitt, in dem das Ausschleiben eines Rohrstücks 11 aus dem Schildschwanz 3 beim gleichzeitigen Vortrieb der Vortriebsmaschine 1 erfolgt. Hierzu ist in Figur 2 deutlich zu sehen, wie sich die Kolbenstange 14 auf der Druckplatte 15, und diese sich auf dem Rohrstück 11 abstützt. An der Stoßkante 12 zwischen dem Rohrstück 11 und dem Rohrstück 11' sitzt das Zusatzrohrstück 13. Beide Teile, das Rohrstück 11 und das Zusatzrohrstück 13, sind vor dem Ausschleiben aufgeweitet, positioniert und arretiert worden.

Sowohl die Rohrstücke 11, 11', 11'' als auch die Zusatzrohrstücke 13, 13' bestehen aus Stahlblechbändern, welche sich in Umfangsrichtung überlappen. Die im Überlappungsbereich außenliegenden Bandenden der Rohrstücke 11, 11', 11'' tragen je zwei Ritzel, die in jeweils einen zahnstangenartigen Schlitz im innenliegenden Bandende eingreifen und mit diesen zusammen die Aufweiteinrichtungen 21 bilden. Durch Drehen der Ritzel werden die beiden überlappenden Bandenden gegeneinander verschoben, was die Aufweitung der Rohrstücke 11, 11', 11'' bewirkt. Auch die Zusatzrohrstücke 13, 13' sind mit solchen Aufweiteinrichtungen 21 versehen.

Die Außenkanten der Rohrstücke 11, 11' tragen ringsumlaufende Dichtprofile 22, 22', mittels welchen die Stoßkante 12 abgedichtet wird. Die Dichtwirkung wird durch das Anpressen des Zusatzrohrstücks 13 an die Innenwandungen der Rohrstücke 11 und 11' im Bereich von deren Stoßkante 12 noch erhöht.

Die Dichtprofile 22, 22' sind außen mit ringsumlaufenden Dichtlippen 23, 23' versehen, welche die Funktion von Dichtringen übernehmen. Wie in Figur 2 ersichtlich, verhindern diese Dichtlippen 23, 23', daß im anstehenden Boden 24 gegebenenfalls vorhandenes drückendes Wasser zwischen dem durch die Rohrstücke 11, 11', 11'' gebildeten Rohrstrang und der Innenwandung des Schildschwanzes 3 ins Innere der Vortriebsmaschine 1 eindringen kann.

Der zwischen dem Rohrstrang 11, 11', 11'' und dem anstehenden Boden 24 verbleibende Ringraum 25 wird mit einer durch Injektionsdüsen 26 eingebrachten Suspension 27 verfüllt. Die Injektionsdüsen 26 sind lediglich schematisch dargestellt; sie befindet sich zweckmäßigerweise im Bereich des bohrvortriebsabgewandten Endes des Schildschwanzes 3.

Ist in den Figuren 1 und 2 der Verfahrensabschnitt dargestellt, in welchem die Vortriebsmaschine 1 vorgefahren und das zuletzt angesetzte Rohrstück 11 aus dem Schildschwanz 3 ausgeschoben wird, so zeigt

Figur 3 den Verfahrensabschnitt, in dem ein durch den bereits ausgebauten Rohrstrang 11, 11', 11'' hindurch transportiertes Rohrstück 11'' im Schildschwanz 3 aufgeweitet und an das Rohrstück 11 angesetzt wird. Die Vortriebsmaschine 1 steht dabei still; die Kolbenstangen 14 sind in die Vortriebszylinder 10 eingefahren und die Druckplatte 15 ist vom Rohrstück 11 weggezogen.

Das neu in den Schildschwanz eingebrachte Rohrstück 11'' ist zusammen mit einem Zusatzrohrstück 13'' auf einem (hier vereinfacht dargestellten) Montierwagen 28 durch den Rohrstrang 11, 11', 11'' hindurch transportiert worden. Der Montierwagen 28 ist nun an der Andockstation 17 angekoppelt und über die Positioniereinrichtung 16 in Position gebracht worden. Das Rohrstück 11'' liegt auf zwei Betätigungsvorrichtungen 29 für die beiden Aufweiteinrichtungen 21 auf. Ebenso liegt das Zusatzrohrstück 13'' auf einer Betätigungsvorrichtung 29' für die Aufweiteinrichtung 21' auf. Die Betätigungsvorrichtungen 29, 29' bestehen im wesentlichen aus Drehwerkzeugen 30, 30', welche sich im Eingriff mit den obenbeschriebenen Ritzeln der Aufweiteinrichtungen 21, 21' befinden.

Die Betätigungsvorrichtungen 29 für das Rohrstück 11'' sind einem vorderen Arbeitstisch 31 des Montierwagens 28 zugeordnet; sie sind anhebbar und absenkbar ausgebildet. Die Betätigungsvorrichtung 29' für das Zusatzrohrstück 13'' sitzt auf einem ebenfalls anhebbar und absenkbar ausgebildeten hinteren Arbeitstisch 32 des Montierwagens 28, welcher relativ zum vorderen Arbeitstisch 31 verschiebbar ist; dies ist mit einem Doppelpfeil angedeutet.

Sowohl der vordere Arbeitstisch 31 als auch der hintere Arbeitstisch 32 des Montierwagens 28 verfügen über Verspannzylinder 33 und 33', welche beim Transport des Rohrstücks 11'' und des Zusatzrohrstücks 13'' sicherstellen, daß die Drehwerkzeuge 30, 30' im Eingriff mit den jeweiligen Aufweiteinrichtungen 21, 21' bleiben. Zum Anheben der Betätigungsvorrichtungen 29, 29' werden die Verspannzylinder 33, 33' eingezogen.

Der Montierwagen 28 weist neben hier nicht sichtbaren Rädern, welche den Montierwagen 28 gegen den Rohrstrang 11, 11', 11'' abstützen und vor dem Rohrstück 11'' bzw. hinter dem Zusatzrohrstück 13'' angeordnet sind, Führungsräder 34 auf, welche in den Führungsschienen 20 laufen. Die Führungsschienen 20 tragen die Versorgungsleitungen 18 mittels in regelmäßigen Abständen vorgesehenen Halteplatten 19. Beim Verfahren des Montierwagens 28 im Rohrstrang 11, 11', 11'' werden die Führungsschienen 20 aufgrund der Führungsräder 34 angehoben, so daß wegen der Halteplatten 19 im Ergebnis auch die Versorgungsleitungen 18 im Bereich des Montierwagens 28 angehoben werden. Die Versorgungsleitungen 18 stellen daher beim Transport des Rohrstücks 11'' und des Zusatzrohrstücks 13'' kein Hindernis dar.

Figur 4 zeigt das Detail IV aus Figur 3, jedoch während eines gegenüber Figur 3 späteren Verfahrensabschnitts: Das Rohrstück 11'' wurde bereits aufgeweitet

und an das vordere Ende des Rohrstrangs 11, 11', 11'', also an das Rohrstück 11 angesetzt. Die Aufweineinrichtungen 21 sind selbstarretierend, sodaß die Aufweitung dauerhaft ist. Die Drehwerkzeuge 30 des vorderen Arbeitstisches 31 sind bereits wieder eingefahren und nicht mehr im Eingriff mit den Ritzeln der Aufweineinrichtungen 21.

Der hintere Arbeitstisch 32 wurde relativ zum vorderen Arbeitstisch nach vorne verschoben und hierdurch das Zusatzrohrstück 13'' in Position gebracht. Das Zusatzrohrstück 13'' befindet sich nun im Bereich der Stoßkante 12 zwischen dem Rohrstück 11 und dem Rohrstück 11''. Durch Anheben des Drehwerkzeugs 30' in den Scheitel des Rohrstrangs 11, 11'' und Drehung des Ritzels der Aufweineinrichtung 21' wird das Zusatzrohrstück 13'' aufgeweitet und gegen die Innenwandungen des Rohrstücks 11 und des Rohrstücks 11'' gespannt.

Figur 5 zeigt einen Schnitt entlang der Linie V-V gemäß Figur 3. Außenliegend erkennt man den (geschnittenen) Schildschwanz 3 und in Draufsicht das Rohrstück 11 und das Zusatzrohrstück 13, welche das vordere Ende des bereits ausgebauten Rohrstrangs bilden. Das mit dem Montierwagen 28 transportierte Rohrstück 11'' ist ebenfalls in Draufsicht dargestellt, wobei zu erkennen ist, daß es zwei überlappende Enden aufweist und durch eine Relativbewegung der beiden Enden aufgeweitet werden kann.

Der (vereinfacht dargestellte) Montierwagen 28 umfaßt neben den bereits beschriebenen Drehwerkzeugen 30, dem in dieser Darstellung allein sichtbaren vorderen Arbeitstisch 31 und den Verspannzylindern 33 ein Gestell 35, welches einerseits die Arbeitstische 31, 32 und andererseits die (in Figur 3 nicht erkennbaren) Räder 36 trägt, mittels welchen sich der Montierwagen 28 im Rohrstrang 11, 11', 11'' hin- und herbewegen kann.

Am vorderen Ende des Montierwagens 28 ist eine Kupplungsvorrichtung 37 zum Ankoppeln an die Andockstation 17 der Vortriebsmaschine 1 angeordnet.

Weiterhin ist in Figur 5 gut zu erkennen, wie die Führungsräder 34 des Montierwagens 28 in den Führungsschienen 20 laufen, welche mittels der Halteplatte 19 die Versorgungsleitungen 18 unter dem Montierwagen 28 anheben.

Figur 6 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Beispiels für einen Montierwagen 28, welcher bereits (in einer vereinfachten Form) in den Figuren 3, 4 und 5 dargestellt ist. Auf dem Gestell 35 ist ein vorderer Arbeitstisch 31 angeordnet, welcher zwei Drehwerkzeuge 30 als Betätigungsvorrichtung 29 für die Aufweineinrichtungen 21 der Rohrstücke 11'' trägt. Auf diesen Drehwerkzeugen 30, welche anhebbare und absenkbar ausgebildet sind, liegt ein strichpunktirt angedeutetes Rohrstück 11'' auf. Der vordere Arbeitstisch 31 ist rechts und links mit Verspannzylindern 33 versehen, welche dem Rohrstück 11'' im Zusammenwirken mit den Drehwerkzeugen 30 einen sicheren Halt für den

Transport geben.

Der hintere Arbeitstisch 32 des Montierwagens 28 ist mittels Verfahrerschienen 38 und Langlöchern 39 längsverschiebbar auf dem Gestell 35 befestigt. Er trägt ein Drehwerkzeug 30', welches im Zusammenwirken mit den rechts und links angeordneten Verspannzylindern 33' das ebenfalls strichpunktirt angedeutete Zusatzrohrstück 13'' hält.

Hinter dem Zusatzrohrstück 13'' ist das Gestell 35 des Montierwagens 28 mit zwei abgewinkelten Rädern 36 verbunden, welche aufgrund ihrer Abwinkelung senkrecht auf der Oberfläche der Innenwandung des bereits ausgebauten Rohrstrangs 11, 11', 11'' abrollen. Ebenso befinden sich vor dem Rohrstück 11'' zwei abgewinkelte Räder 36. Zwischen den beiden vorderen Rädern 36 ist eine Kopplungsvorrichtung 37 zum Ankoppeln des Montierwagens 28 an die Andockstation 17 der Vortriebsmaschine 1 vorgesehen.

Die ebenfalls am Gestell 35 angebrachten Führungsräder 34 laufen in den Führungsschienen 20, um diese zusammen mit den (hier nicht dargestellten) Versorgungsleitungen 18 im Bereich des Montierwagens 28 anzuheben.

Figur 7 schließlich zeigt einen Abschnitt des im erfindungsgemäßen Verfahren mit der erfindungsgemäßen Anordnung hergestellten Rohrstrangs 11, 11', 11'', 11''. Mit durchbrochenen Linien ist angedeutet, wie die Zusatzrohrstücke 13, 13' und 13'' jeweils innerhalb der Rohrstücke 11, 11', 11'', 11'' sitzen. In dieser Darstellung wird ferner deutlich, daß die Dichtlippen 23, 23' der Dichtprofile 22, 22' als umlaufende Dichttringe wirken.

In Figur 8 ist ein anderes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung entsprechend der Darstellung von Figur 1 gezeigt. Die Vortriebsmaschine 1 dieses Ausführungsbeispiels enthält ein Teleskopteil 40, welches im wesentlichen durch ein außenliegendes Hüllrohr 41 und ein gegenüber diesem koaxial verschiebbares Innenrohr 42 des Schildschwanzes 3 gebildet ist. Um die Verschiebung des Hüllrohrs 41 gegen das Innenrohr 42 mitmachen zu können, ist auch die Förderleitung 7 mit einem Teleskopabschnitt 43 versehen.

Das Teleskopteil 40 wird durch Teleskopzylinder 44, die sich mittels vorderer Lager 45 am vorderen Teil der Vortriebsmaschine 1 sowie mittels hinterer Lager 46 am hinteren Teil der Vortriebsmaschine 1 abstützen, auseinander geschoben und wieder eingezogen. Vor dem Teleskopteil 40 verfügt die Vortriebsmaschine 1 über eine Anzahl von vorderen Verspanneinheiten 47. In entsprechender Weise befinden sich auch hinter dem Teleskopteil 40 umfangsverteilt Verspanneinheiten 48 an der Vortriebsmaschine 1.

Die Verspanneinheiten 47 und 48 bestehen jeweils aus zwei Hubzylindern 49, mittels welchen je ein Außenwandabschnitt 50 in den umgebenden Boden 24 gedrückt und aus diesem wieder herausgezogen werden kann. Durch abwechselndes Betätigen der vorderen

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



ren Verspanneinheiten 47 und der hinteren Verspanneinheiten 48 und mit darauf abgestimmten Ein- und Ausziehbewegungen der Teleskopzylinder 44 ergibt sich eine wurmartige Fortbewegung der Vortriebsmaschine 1, so daß sich diese für den Vortrieb im wesentlichen nur gegen den anstehenden Boden 24, und nicht gegen den ausgebauten Rohrstrang 11, 11', 11'', 11''' abstützt.

Das in Figur 8 gezeigte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung ermöglicht also einen kontinuierlichen Vortrieb, während im Schutz des Schildschwanzes 3 der Rohrstrang 11, 11', 11'', 11''' hergestellt wird.

Unter Bezug auf die Figuren 1 bis 6 wird nochmals auf die Funktionsweise des dort gezeigten Ausführungsbeispiels eingegangen:

Im (nicht dargestellten) Startschacht werden ein aufweitbares Rohrstück 11'' und ein Zusatzrohrstück 13'' auf die Drehwerkzeuge 30, 30' des Montierwagens 28 aufgesetzt und mittels der Verspannzylinder 33, 33' auf dem Montierwagen 28 verspannt. Dann wird der Montierwagen 28 durch den bereits ausgebauten Rohrstrang, 11, 11', 11'' hindurch bis in den Schildschwanz 3 der Vortriebsmaschine 1 verfahren. Hierbei stützt er sich mittels vier Rädern 36 an der Innenwandung des Rohrstrangs 11, 11', 11'' ab. Gleichzeitig werden die Führungsschienen 20, und mit diesen über die Halteplatten 19 die Versorgungsleitungen 18, mittels der Führungsräder 34 vor dem Montierwagen 28 angehoben und hinter diesem wieder abgelegt.

Parallel zu diesem Vorgang wird die Vortriebsmaschine 1 in den Boden 24 getrieben und gleichzeitig das zuletzt angesetzte aufweitbare Rohrstück 11 aus dem Schildschwanz 3 ausgeschoben, indem sich die Vortriebszylinder 10 über die Druckplatte 15 auf dem Rohrstück 11 abstützen (vgl. Figur 1 und Figur 2).

Nachdem das Rohrstück 11 nahezu vollständig aus dem Schildschwanz 3 ausgeschoben ist, werden die Kolbenstangen 14 in die Vortriebszylinder 10 eingefahren, der Bohrvortrieb wird gestoppt und der Montierwagen 28 wird über die Andockstation 17 an die Vortriebsmaschine 1 angekoppelt. Mittels der Positioniereinrichtung 16 wird der Montierwagen 28 so positioniert, daß das auf dem Montierwagen 28 transportierte Rohrstück 11'' nach dem Aufweiten an der vorderen Kante des Rohrstücks 11 anliegt (vgl. Figur 3).

Zum Aufweiten des Rohrstücks 11'' werden die beiden Drehwerkzeuge 30 des vorderen Arbeitstisches 31 des Montierwagens 28 angehoben, bis das noch nicht aufgeweitete Rohrstück 11 im Scheitel des Schildschwanzes 3 anliegt. Dann werden die Drehwerkzeuge 30 betätigt, so daß die Aufweiteinrichtungen 21 das Rohrstück 11'' aufweiten. Nachdem die Dichtlippen 23 der Dichtprofile 22 rundum an der Innenwandung des Schildschwanzes 3 anliegen, wird die Aufweitung arretiert - was am einfachsten durch eine selbstarretierende Aufweiteinrichtung 21 erfolgt - und die Drehwerkzeuge 30 werden wieder abgesenkt. Sodann wird der hintere

Arbeitstisch 32 des Montierwagens 28 nach vorne zum vorderen Arbeitstisch 31 hin bewegt, um das Zusatzrohrstück 13'' in eine Position zwischen die Rohrstücke 11 und 11' zu bringen. Das Drehwerkzeug 30' wird angehoben, bis das Zusatzrohrstück 13'' im Scheitel der beiden Rohrstücke 11 und 11'' sitzt, wonach das Zusatzrohrstück 13'' durch Betätigen des Drehwerkzeugs 30' aufgeweitet wird (vgl. Figur 4). Die Aufweitung des Zusatzrohrstücks 13'' bewirkt eine Zentrierung und Stabilisierung der beiden Rohrstücke 11 und 11'' sowie eine verbesserte Dichtwirkung der zwischen diesen liegenden Dichtprofile 22 und 22'.

Schließlich wird auch das Drehwerkzeug 30' auf dem hinteren Arbeitstisch 32 des Montierwagens 28 abgesenkt und der Montierwagen 28 wieder zurück in den Startschacht verfahren. Der Vortrieb kann bereits wieder aufgenommen werden, während der Montierwagen 28 durch den Rohrstrang 11, 11', 11'', 11''' zurück in den Startschacht läuft. Die Vortriebszylinder 10 stützen sich dann über die Druckplatte 15 auf dem neu eingebrachten Rohrstück 11'' ab. Der beim Ausschleiben des neu eingebrachten Rohrstücks 11'' verbleibende Ringraum zwischen dessen Außenwandung und dem anstehenden Boden 24 wird mit einer schnell erhärtenden Suspension verpreßt, um den Rohrstrang 11, 11', 11'', 11''' zu stabilisieren.

Das in Figur 8 dargestellte Ausführungsbeispiel, das sich von dem eben beschriebenen Ausführungsbeispiel unterscheidet, ermöglicht einen unterbrechungsfreien Vortrieb, während die Herstellung des Rohrstrangs 11, 11', 11'', 11''' gleichwohl in der oben beschriebenen Weise erfolgt; denn die Vortriebsmaschine 1 stützt sich im wesentlichen mittels der Verspanneinheiten 47, 48 gegen den Boden 24 ab.

#### Zusammenstellung der Bezugszeichen

1	Vortriebsmaschine
2	Schild
3	Schildschwanz
4	Schneidrad
5	Hartmetallwerkzeuge
6	Brecherraum
7	Förderleitung
8	Steuerzylinder
9	Drehantrieb
10	Vortriebszylinder
11, 11', 11'', 11'''	Rohrstück
12, 12'	Stoßkante
13, 13', 13''	Zusatzrohrstück
14	Kolbenstange (von 10)
15	Druckplatte
16	Positioniereinrichtung
17	Andockstation
18	Versorgungsleitungen
19	Halteplatten
20	Führungsschienen
21, 21'	Aufweiteinrichtung

22, 22'	Dichtprofil		in Umfangsrichtung jeweils überlappen.
23, 23'	Dichtlippen		
24	Boden	3.	Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Vortriebsmaschine (1) für den Vortrieb jeweils auf dem zuletzt an den Rohrstrang (11, 11', 11'') angesetzten Rohrstück (11'') abstützt.
25	Ringraum		
26	Injektionsdüse	5	
27	Suspension		
28	Montierwagen		
29, 29'	Betätigungsvorrichtung (für 21)	4.	Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Vortriebsmaschine (1) für den Vortrieb im umgebenden Boden (24) abstützt.
30, 30'	Drehwerkzeuge	10	
31	Arbeitstisch (vorderer)		
32	Arbeitstisch (hinterer)		
33, 33'	Verspannzylinder		
34	Führungsräder	5.	Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein zwischen der Außenwandung des Rohrstrangs (11, 11', 11'') und dem anstehenden Boden (24) vorhandener Ringraum (25) verfüllt wird.
35	Gestell	15	
36	Räder		
37	Kupplungsvorrichtung		
38	Verfahrschiene		
39	Langloch		
40	Teleskopteil	20	6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfüllung des Ringraums (25) über Injektionsdüsen (26) am vortriebsabgewandten Ende des Schildschwanzes (3) erfolgt.
41	Hüllrohr		
42	Innenrohr		
43	Teleskopabschnitt		
44	Teleskopzylinder		
45	Lager (vorderes)	25	7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung des Schildschwanzinnenraums gegen drückendes Wasser oder gegen eine Verfüllmasse mittels zwischen der Außenwandung der Rohrstücke (11, 11', 11'') und der Innenwandung des Schildschwanzes (3) angeordneter Ringe aus gummielastischem Material erfolgt.
46	Lager (hinteres)		
47	Verspanneinheiten (vordere)		
48	Verspanneinheiten (hintere)		
49	Hubzylinder		
50	Außenwandabschnitt	30	
<b>Patentansprüche</b>			
1.	Verfahren zum Herstellen eines Tunnels im Schildvortrieb mit folgenden Verfahrensschritten:	35	
	(a) Vortrieb einer Vortriebsmaschine (1) mit einem Schild (2) und einem Schildschwanz (3),		
	(b) Ausschleppen eines Rohrstücks (11) aus dem Schildschwanz (3) beim Vortrieb,	40	
	(c) Transport eines aufweitbaren Rohrstücks (11'') durch den bereits ausgebauten Rohrstrang (11, 11', 11'') hindurch in den Schildschwanz (3),		
	(d) Aufweiten des aufweitbaren Rohrstücks (11'') im Schildschwanz (3) und Arretieren der Aufweitung,	45	
	(e) Ansetzen des aufgeweiteten Rohrstücks (11'') an das bohrvortriebsseitige Ende des bereits ausgebauten Rohrstrangs (11, 11', 11''),	50	
	(f) Wiederholen der Verfahrensschritte (b) bis (e).		
2.	Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als aufweitbare Rohrstücke (11, 11', 11'') ringförmig zusammengebogene, aufweitbare Bänder verwendet werden, deren Enden sich	55	
8.	Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Transport der aufweitbaren Rohrstücke (11'') mit einem Montierwagen (28) erfolgt, der die Rohrstücke (11'') jeweils in den Schildschwanz (3) transportiert und dort aufweitet.		
9.	Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) beim Durchlaufen des Rohrstrangs (11, 11', 11'') die Versorgungsleitungen (18) der Vortriebsmaschine (1) anhebt, so daß diese den Transport der Rohrstücke (11'') nicht behindern.		
10.	Verfahren nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) im Schildschwanz (3) an die Vortriebsmaschine (1) angekoppelt wird.		
11.	Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgung und/oder die Steuerung des Montierwagens (28) im angekoppelten Zustand über die Vortriebsmaschine (1) erfolgt.		
12.	Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,		

- dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zum aufweitbaren Rohrstück (11'') jeweils ein Zusatzrohrstück (13') in den Schildschwanz transportiert wird, welches nach dem Aufweiten, Arretieren und Ansetzen des Rohrstücks (11'') an den bereits ausgebauten Rohrstrang (11, 11', 11'', 13, 13') in den Bereich der Stoßkante (12) zwischen dem Rohrstück (11'') und dem Rohrstrang (11, 11', 11'', 13, 13') verbracht und dort aufgeweitet wird, bis es an den Innenwandungen des Rohrstücks (11'') und des Rohrstrangs (11) anliegt, wonach die Aufweitung arretiert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12 und einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) jeweils ein Rohrstück (11'') und ein Zusatzrohrstück (13') zusammen in den Schildschwanz (3) transportiert, zunächst das Rohrstück (11'') aufweitet, arretiert und an den bereits ausgebauten Rohrstrang (11) ansetzt, und danach das Zusatzrohrstück (13') in Position bringt, aufweitet und arretiert.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Verfahrensschritte ferngesteuert erfolgen.
15. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, umfassend:
- eine Vortriebsmaschine (1) mit einem Schild (2) und einem Schildschwanz (3),
  - eine Anzahl von aufweitbaren Rohrstücken (11, 11', 11'', 11'''),
  - ein Transportmittel (28) zum Transport der aufweitbaren Rohrstücke (11'') in den Schildschwanz (3),
  - Aufweiteinrichtungen (21) zum Aufweiten der Rohrstücke (11, 11', 11'', 11'''),
  - Arretiervorrichtungen zum Arretieren der Aufweitung,
  - eine Positioniereinrichtung (16) zum Ansetzen der aufgeweiteten Rohrstücke (11'') an das vortriebsseitige Ende des bereits ausgebauten Rohrstrangs (11, 11', 11'', 11'''),
  - sowie Mittel (10, 14, 15) zum Ausschleiben der aufgeweiteten Rohrstücke (11, 11', 11'', 11''') aus dem Schildschwanz (3).
16. Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die aufweitbaren Rohrstücke (11, 11', 11'', 11''') ringförmig zusammengebogene, aufweitbare Bänder sind, deren Enden sich in Umfangsrichtung jeweils überlappen.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß am Schildschwanz (3) Injektionsdosen (26) angeordnet sind, um den Ringraum (25) zwischen der Außenwandung des Rohrstrangs (11, 11', 11'') und dem anstehenden Boden (24) zu verfüllen.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die aufweitbaren Rohrstücke (11, 11', 11'', 11''') mit an ihrer Außenwandung angebrachten Ringen aus gummielastischem Material versehen sind.
19. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkanten der aufweitbaren Rohrstücke mit einem gummielastischen Material überzogen sind.
20. Anordnung nach den Ansprüchen 16 und 19, dadurch gekennzeichnet, daß im Überlappungsbereich der aufweitbaren Bänder jeweils eine im wesentlichen axial verlaufende, zwischen den überlappenden Bandenden angeordnete Dichtung vorhanden ist.
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Transportmittel ein Montierwagen (28) ist, der eine Betätigungsvorrichtung (29) für die Aufweiteinrichtungen (21) trägt.
22. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vortriebsmaschine (1) eine Andockstation (17) zum Ankoppeln des Montierwagens (28) aufweist.
23. Anordnung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniereinrichtung (16) der Andockstation (17) zugeordnet ist.
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) über die Andockstation (17) mit den Versorgungsleitungen (18) der Vortriebsmaschine (1) verbindbar ist.
25. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) Mittel (34) zum Anheben der Versorgungsleitungen (18) der Vortriebsmaschine (1) aufweist.
26. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß aufweitbare Zusatzrohrstücke (13) zum Anlegen an die Innenwandungen jeweils zweier benachbarter Rohrstücke (11, 11') im Bereich von deren zwischenliegenden Stoßkante (12) vorgesehen sind.
27. Anordnung nach Anspruch 26 und einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Montierwagen (28) für den paarweisen Transport von mindestens einem Rohrstück (11'')

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

und mindestens einem Zusatzrohrstück (13") ausgebildet ist und jeweils eine Betätigungsvorrichtung (29) zum Aufweiten des Rohrstücks (11") sowie jeweils eine weitere Betätigungsvorrichtung (29') zum Aufweiten des Zusatzrohrstücks (13") aufweist. 5

28. Anordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Betätigungsvorrichtungen (29, 29') unabhängig voneinander betätigbar, unabhängig voneinander anhebbar und absenkbar sowie gegeneinander verschiebbar ausgebildet sind. 10

29. Anordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Vortriebsmaschine (1) ein zusammenschiebbares Teleskopteil (40) sowie davor und dahinter radial über die Außenwandung des Schildschwanzes (3) ausfahrbare Verspanneinheiten (47, 48) aufweist. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

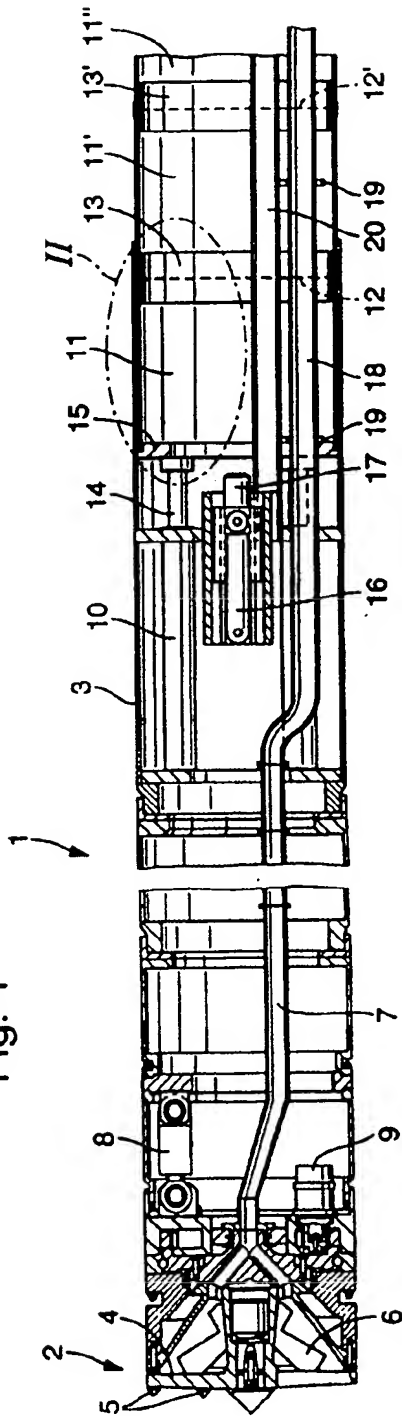


Fig. 2

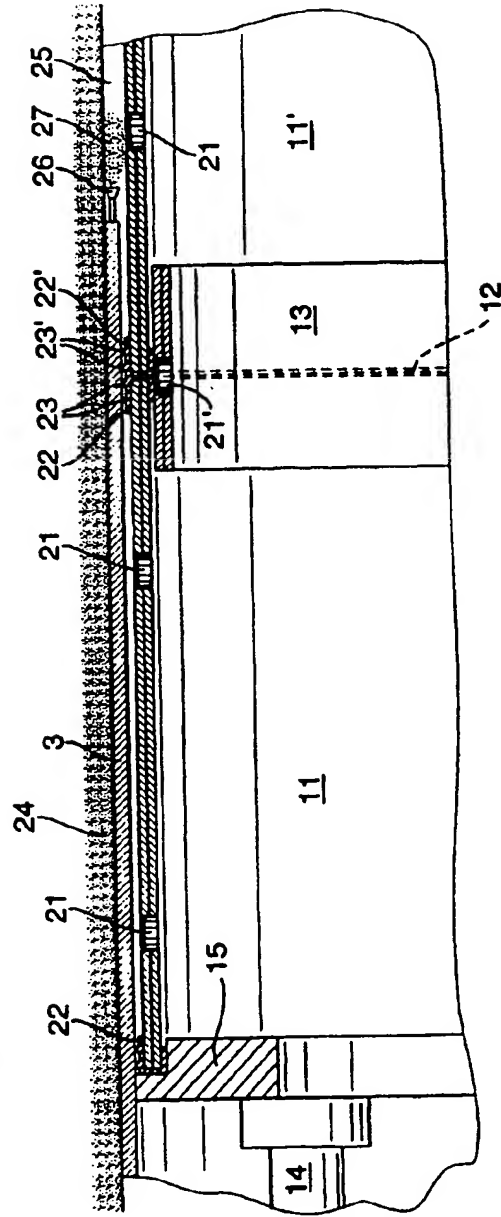
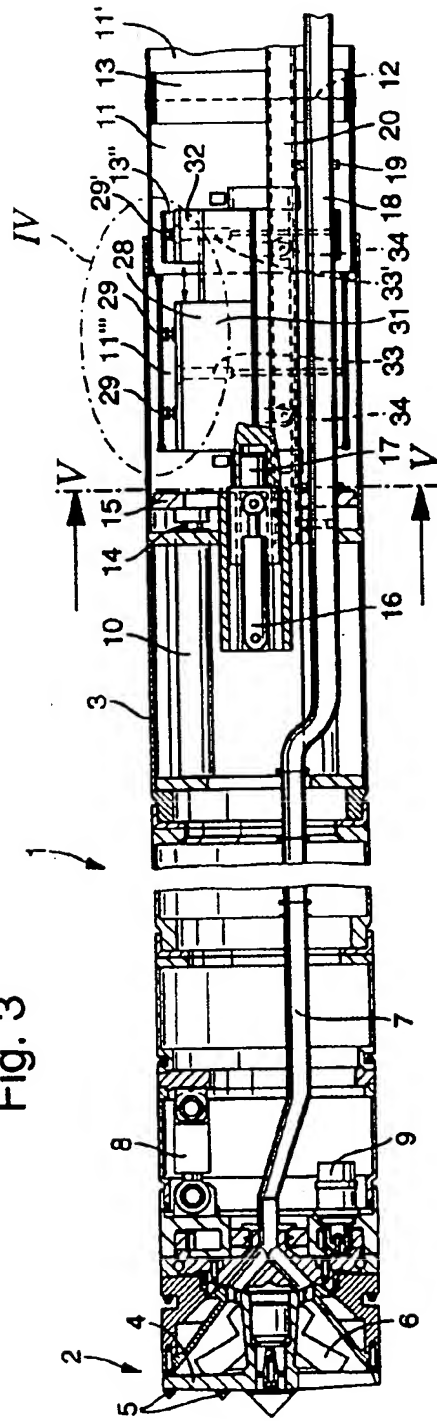


Fig. 3





**Fig. 4**

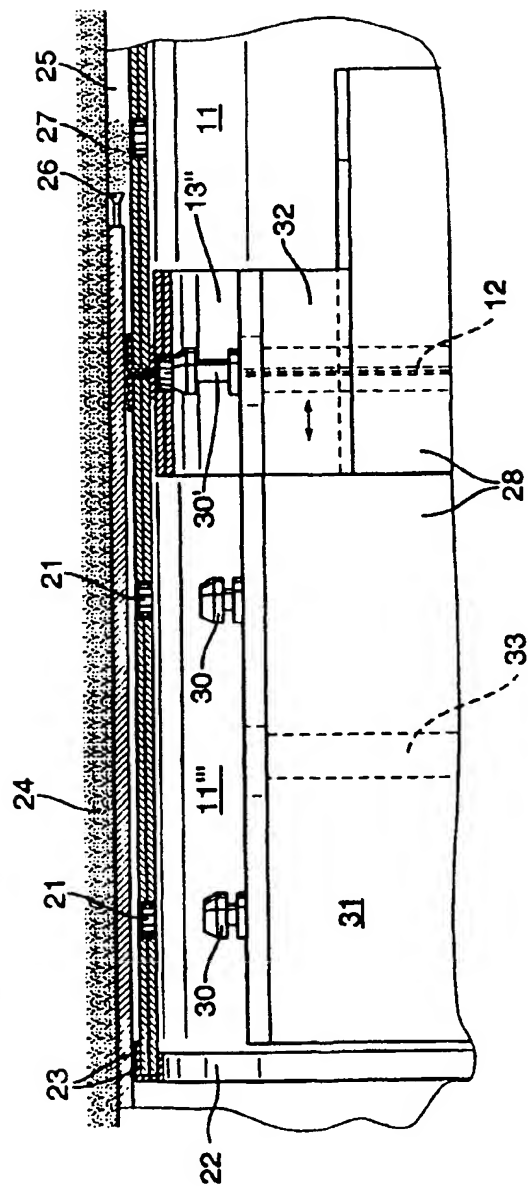


Fig. 5

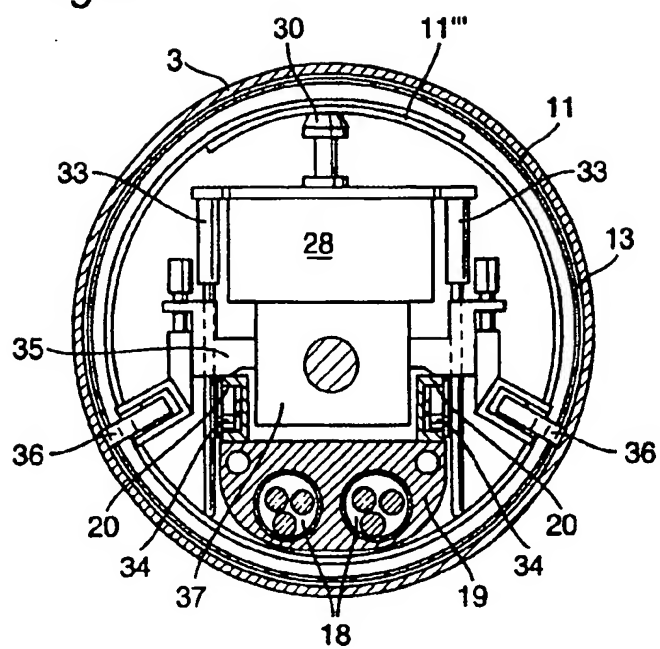


Fig. 6

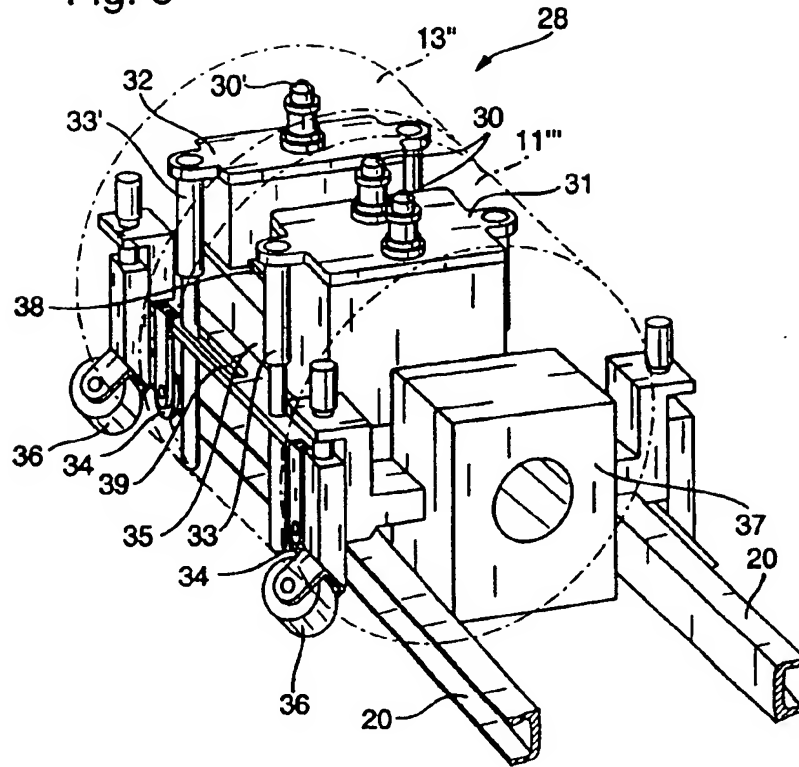


Fig. 7

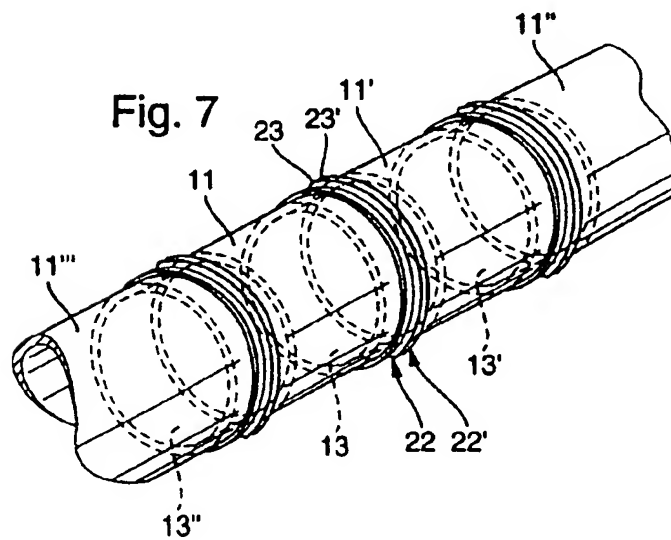
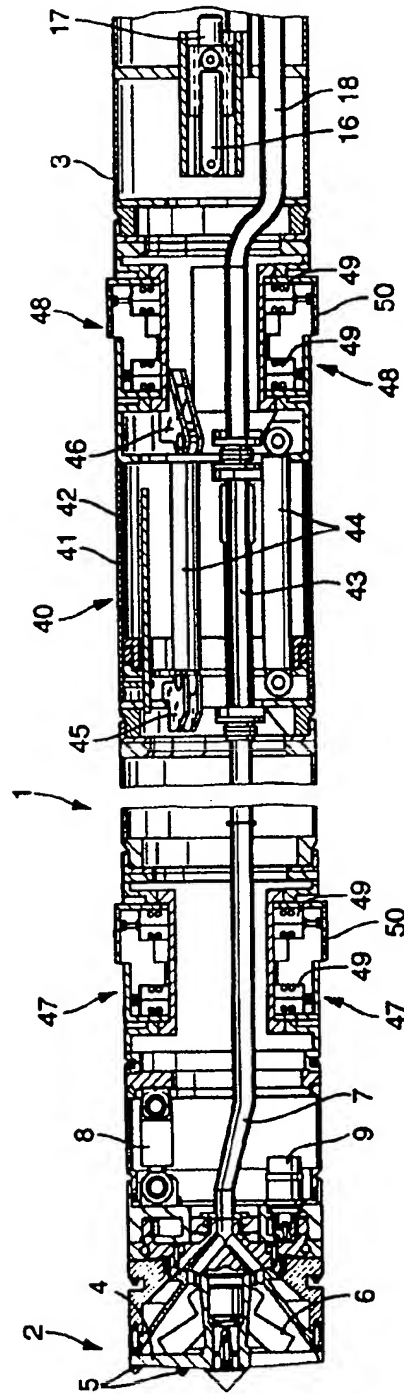


Fig. 8



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EP 0 881 359 A1



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 8568

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Inv.Cls.)
A	EP 0 406 876 A (JT ELEKTRONIK GMBH) * das ganze Dokument *	1,15	E2109/98 E21011/10 E21011/40
A	US 3 561 223 A (TABOR JOHN R) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-29	
A	US 3 645 102 A (CHLUMECKY NICHOLAS) * das ganze Dokument *	1,15	
A	EP 0 024 157 A (JOHNSTON CONSTR LTD ;JOHNSTON PIPES LTD (GB)) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,15	
A	EP 0 692 606 A (EN NUCLEAIRE ETABLISSEMENT D U)		
A	EP 0 253 051 A (YAMAMOTO MINORU ;SATO KOGYO (JP))		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Inv.Cls.)
			E21D F16L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechenhonorar DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24.Oktober 1997	Prüfer Fonseca Fernandez, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument Δ : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO Form 1500 B2 (Rev.02)

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Publication date: December 2, 1998 Patent Gazette: 1998/49  
(21) Application number: 97108568.3  
(22) Application date: May 28, 1997  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: E21D 9/08, E21D 11/10, E21D 11/40

---

(84) Designated contracting states:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IT LI LU NL PT SE

(71) Applicant: Herrenknecht GmbH  
D-77963 Schwanau (DE)

---

(72) Inventors:  
• Breig, Uwe, Dipl.-Ing. (FH)  
79183 Waldkirch (DE)  
• Uhrig, Thomas, Dipl.-Ing.  
78187 Geisingen (DE)

(74) Representatives:  
Durm, Klaus, Dr.-Ing. et al.  
Patent Attorneys  
Dr.-Ing. Klaus Durm  
Dipl.-Ing. Frank Durm  
Felix-Motti-Strasse 1a  
76185 Karlsruhe (DE)

---

(54) Process and Arrangement for Producing a Tunnel by the Shield Driving Method

(57) Proposed are a process and an arrangement for producing a tunnel by the shield driving method. First, a roadheader 1 with a shield 2 and a shield tail 3 is advanced while shoving a pipe segment 11 out of the shield tail 3. Then an expandable pipe segment 11" is transported through the already supported pipeline 11, 11', 11" into the shield tail 3 and expanded there. Upon completion of the expansion operation, the expanded pipe segment 11" is attached to the bore feed-sided end of the already supported pipeline 11, 11', 11" and is shoved out of the shield tail 3 as the roadheader 1 is advanced. These process steps are repeated so that the result is an immediate support of the tunnel that is produced with a pipeline comprising expanded pipe segments (11, 11', 11", 11'').

An especially preferred variant of the process provides the transport of expandable auxiliary pipe segments 13" into the shield tail 3. Said pipe segments are expanded in the area of the abutting edges 12 between two pipe segments 11, 11" and in this manner center and stabilize the pipeline.

The invention is applied preferably in the remote controlled production of impassable sewers.

Figure 3

[see source for figure]

### Description

The invention relates to a process for producing a tunnel by the shield driving method and an arrangement for carrying out the process.

The production of tunnels by the shield driving method wherein the immediate support is effected by erecting tubbings has been known for a long time. To this end, the shield tail of the roadheader exhibits a tubing erector, which assembles the individual tubbings into one tunnel tube in the protection of the shield tail. The result is a tube that is produced in situ and which comprises a plurality of individual segments.

In the field of so-called micro tunneling, thus in the remote controlled production of sewers, the tubing support method is not possible, because the assembly of the tubbings into one tube cannot be fully automated or carried out by remote control.

Impassable sewers, especially house connections, lines for watering and drainage or supply and disposal lines, are still produced in many cases by the open trench method. Correspondingly, micro tunneling with immediate support offers now significant advantages.

The goal of immediate support by the micro tunneling method is reached as follows. Starting from a starting shaft, a roadheader is advanced into the soil by means of a thrust-boring unit. When the thrust-boring unit is fully extended, the tunneling work is stopped. The thrust-boring unit is retracted; and a pipe segment is attached to the end of the shield tail. The thrust-boring unit pushes the pipe segment, and with it the roadheader, into the soil in order to continue the tunneling work. The result of inserting in succession other pipe segments into the thrust boring unit is a pipeline, at the tip of which is the roadheader.

In this prior art procedure the force of the thrust boring unit acts on the pipe segment, which is installed last and by means of which said thrust boring unit acts indirectly on the roadheader so that the force required to advance increases as the length of the pipe increases, and, correspondingly, as the friction in the remaining soil increases. Depending on the nature of the



soil, the result is, therefore, a maximum pipe length, beyond which the use of extra expansion stations, which must be actuated and supplied, is necessary. In addition, it is very expensive to produce curved tunnels by the aforementioned method.

Proceeding from this state of the art, the object of the invention is to provide a process and an arrangement to produce a tunnel by the shield driving method, with which impassable tunnels and sewers with immediate support in particular can be produced without any problems, even over long distances and optionally with curves, while avoiding open trench construction.

This problem is solved by means of the process with the features of Claim 1 or by means of the arrangement with the features of Claim 15.

According to the invention, when the roadheader advances with a shield and a shield tail, first a pipe segment is shoved out of the shield tail. Starting from the starting shaft, an expandable pipe segment is transported through said initial pipe segment as far as into the shield tail, where it is expanded to the same diameter as the pipe segment that is already shoved out. The expansion operation is stopped. The expanded pipe segment is attached to the pipe segment that is pushed out and, as the roadheader continues to advance, shoved out of the shield tail. Then another expandable pipe segment is transported through the pipeline, formed by means of the two set pipe segments, into the shield tail, expanded there, stopped, and attached to the supported pipeline. These process steps are repeated until the desired length of tunnel is achieved.

With the process, according to the invention, a pipeline is produced that is assembled like links and that can also exhibit curvatures. The pipe segments that are shoved out at one time remain stationary with respect to the remaining soil so that relatively small radii can be bored during tunneling. In addition, the forces, required for advancing, are independent of the distance between the roadheader and the starting shaft.

Since complete pipe segments are transported as a whole into the shield tail and expanded there only to the desired diameter, it is possible, compared

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

to the prior art tubbing support, to build the support of the tunnel in the shield tail by remote control and to produce impassable sewers as well.

The inventive arrangement for carrying out the process comprises not only a well-known roadheader with a shield and a shield tail, but also a number of expandable pipe segments; a transport means to transport these pipe segments into the shield tail; expanding devices to expand the pipe segments, which are attached preferably to the pipe segments themselves; stopping devices to stop the expansion, whereby the expanding devices are designed self-stopping; a positioner to attach the respective pipe segment, expanded in the shield tail, to the already supported pipeline; and a means to shove the expanded pipe segments out of the shield tail, which can simultaneously cause the advance of the roadheader.

The expandable pipe segments comprise preferably expandable bands, which are bent together in the shape of a ring and whose ends overlap in the circumferential direction. Expandable bands of this type are already used to seal leaks in sewers and are disclosed, for example, in DE 93 13 379 U1 or DE 44 01 318 C2. Such a band is made expediently of elastically deformable material, for example, steel sheet.

Usually an annulus remains between the pipe segments, which are shoved out and expanded inside the shield tail and which form the pipeline, and the remaining soil. This annulus is expediently filled, for example, with a fast curing suspension, in order to support the pipeline and to give it an adequate hold to advance the roadheader. Preferably, the annulus is filled using injection nozzles on the end of the shield tail facing away from the driving operation.

To prevent any pressure-exerting water from penetrating into the interior of the shield tail and to keep the filler for the annulus away from the interior of the shield tail, it is advantageous to attach rings made of material with rubber-like elasticity between the outside walls of the pipe segments and the inside wall of the shield tail. As the pipe segments expand, said rings rest as seals on the outside walls of said pipe segments and simultaneously on the inside wall of the shield tail. These rings can be

attached either to the outside walls of the pipe segments or remain stationary on the inside wall of the shield tail.

The abutting edges between the individual pipe segments can be sealed against pressure-exerting water or against the filler by coating the outside edges of the pipe segments with a material exhibiting rubber-like elasticity so that, when a pipe segment is attached to the pipeline, the material exhibiting rubber-like elasticity impacts on a material exhibiting rubber-like elasticity.

When bands, which are bent together in the shape of a ring and whose ends overlap in the circumferential direction, are used, it is advantageous for a seal, which runs essentially in the axial direction, to be disposed between the overlapping ends of the band in order to prevent water or filler from penetrating at this point into the interior of the pipeline.

It is especially advantageous if the expandable pipe segments are transported into the shield tail with an erector car, whereby the erector car carries an actuator for the expanding devices and with whose aid the pipe segments are expanded in the shield tail. The expanding devices of the expandable pipe segment can engage with the actuator of the erector car as early as in the starting shaft. Upon transport through the pipeline, the erector car is positioned in the shield tail. Then the actuator is actuated and the pipe segment is expanded. Thus, it is guaranteed in this manner that the pipe segments are expanded by remote control or automatically.

The erector car can transport the expandable pipe segments individually or in pairs into the shield tail. The erector car can cover virtually the entire distance between the roadheader and the starting shaft while the pipe segment that is expanded last is shoved out so that the back and forth of the car does not result in any delays.

The supply lines required to operate the roadheader are located in the already supported pipeline and are dragged behind the roadheader. They have to be previously threaded into the expandable pipe segments in the starting shaft so that the supply lines, lying on the inside wall of the pipeline, prevent the transport of the pipe segments into the shield tail. To eliminate these difficulties, the erector car is advantageously provided with a device that

lifts the supply lines in front of the erector car and deposits them again behind said erector car. Thus, the expandable pipe segments can also be transported in the threaded-in state through the pipeline without any impediments.

There are other advantages when the erector car in the shield tail is coupled to a docking station of the roadheader. The erector car is connected rigidly to the roadheader in a position defined relative to the shield tail before the pipe segment is expanded. The positioner can be assigned to the docking station and can act on said station so that the newly expanded pipe segment is attached accurately to the already supported pipeline either by remote control or automatically.

Furthermore, the docking station offers the option of connecting the erector car by way of suitable coupling elements to the supply lines of the roadheader. For example, the control pulse for the actuator can be sent over the docking station to the erector car, or said erector car can be supplied with current, compressed air, hydraulic oil or the like for the mechanisms that are present on the erector car to expand and to position the pipe segment.

An especially preferred further development of the process, according to the invention, lies in the fact that, in addition to the expandable pipe segment, an auxiliary pipe segment is transported into the shield tail. After the pipe segment has been expanded, stopped and attached to the already supported pipeline, said auxiliary pipe segment is brought into the area of the abutting edge between the pipe segment and the pipeline and is expanded there until it rests against the inside wall of the pipeline. Then the expansion of the auxiliary pipe segment is stopped.

An erector car is used to transport a pipe segment and an auxiliary pipe segment expediently. Said erector car transports the two parts together into the shield tail. Then it expands first the pipe segment, stops and attaches to the already supported pipeline, and thereafter brings the auxiliary pipe segment into position, expands and stops. Not until after these process steps is the pipe segment shoved out of the shield tail as the drilling operation advances.

In an especially advantageous variant of the process there is a pipeline, comprising pipe segments that are put together. Any connecting collision between two adjacent pipe segments has an auxiliary pipe segment, forced simultaneously against the inside walls of both pipe segments. This auxiliary pipe segment can be designed as long as the actual pipe segments so that the result is a double walled pipeline. To save material and to enable small radii of curvature of the tunnel, the auxiliary pipe segments are preferably designed significantly shorter than the actual pipe segments.

The auxiliary pipe segments offer the significant advantage that they center the adjacent pipe segments and stabilize them in their positions relative to each other. In addition, they seal the pipeline, formed by means of the pipe segments, outwardly, even if the curvatures of the tunnel produce fingers between the individual pipe segments.

The entire inventive process to produce tunnels by the shield driving method can be carried out by remote control, a feature that is of the utmost importance for impassable sewers.

Besides the advantageous further developments of the inventive process, which are apparent from Claims 2 to 14, advantageous designs of the inventive arrangement follow from Claims 16 to 29.

The arrangement to carry out the process can comprise in particular an erector car, which carries an actuator for the expanding devices, whereby said actuator comprises in essence at least one rotating tool, which engages with a pinion of the expanding devices during the expanding operation of the pipe segment, and can be raised and lowered. Thus, the said pinion of the expanding device can be previously mounted on the rotating tool, which is oriented preferably upward, in the starting shaft and can remain in engagement with the expandable pipe segment during the transport of the said expandable pipe segment. After the erector car has arrived in the shield tail, the rotating tool can be raised until the pipe segment sits close to the apex of the shield tail. Then the pipe segment can be expanded without any impediments by simply rotating the rotating tool.

To carry out the variant of the process, which works with auxiliary pipe segments, the erector car has preferably two actuators, which can be actuated independently of each other, raised and lowered independently of each other, as well as slid head on. Thus, a pipe segment can be expanded first in the above-described manner and added to the already supported pipeline. Then the second actuator for the auxiliary pipe segment can be slid along the axis of the pipe; and by raising the related actuator, the auxiliary pipe segment can be brought close to the apex of the inside wall of the pipeline and expanded.

The inventive process and the arrangement to carry out the process are explained in detail below with reference to one embodiment, described by means of the attached drawings.

Figure 1 is a side view of a roadheader with the front end of the already supported pipeline.

Figure 2 depicts Detail II of Figure 1.

Figure 3 is a view analogous to that of Figure 1 during a subsequent process step.

Figure 4 depicts Detail IV of Figure 3 during a still later process step.

Figure 5 is a sectional view along the line V - V, according to Figure 3.

Figure 6 is a perspective drawing of an erector car.

Figure 7 depicts a section of an impassable sewer produced with the invention.

Figure 8 is a view analogous to that of Figure 1, but of a different embodiment.

The roadheader 1, depicted in Figure 1, comprises a shield 2 with a following shield tail 3 and a cutting wheel 4, which is provided with sintered carbide tools 5. The overburden conveyed into a crusher area 6 is moved over a conveying line 7 into the starting shaft (not illustrated).

The roadheader 1 can be guided by means of control cylinders 8. A rotary drive 9 generates the rotary motion required for the drill feed, whereas the tunneling force is generated by means of the driving cylinders 10, which are braced against the pipeline formed by means of the pipe segments 11, 11', and 11".

Auxiliary pipe segments 13 and 13', sitting close to the inside walls of the pipe segments 11, 11', 11", are disposed at the abutting edges 12, 12' between the individual pipe segments 11, 11' and 11". Said auxiliary pipe segments stabilize the pipeline and seal against penetrating water.

The driving cylinders 10 are braced with their piston rods 14 against a pressure plate 15, which in turn rests against the foremost pipe segment 11.

A positioner 16, which interacts with a docking station 17, as well as supply lines 18, holding plates 19 and guide rails 20 are also visible. The function of these parts is explained below.

Figure 1 and Figure 2, an exploded drawing of the Detail II of Figure 1, show the process step, wherein a pipe segment 11 is shoved out of the shield tail 3 while the roadheader 1 advances simultaneously. In addition, it is clear from Figure 2 how the piston rod 14 is braced against the pressure plate 15, and said plate in turn against the pipe segment 11. The auxiliary pipe segment 13 sits on the abutting edge 12 between the pipe segment 11 and the pipe segment 11'. Both parts, the pipe segment 11 and the auxiliary pipe segment 13, have been expanded, positioned and stopped before the expulsion operation.

Both the pipe segments 11, 11', 11" and the auxiliary pipe segments 13, 13' are made of steel sheet bands, which overlap in the circumferential direction. Each of the ends of the bands, which belong to the pipe segments 11, 11', 11" and lie outside in the overlapping area, bears two pinions, which engage with a rack-like slot in the inside end of the band and form together with said end the expanding devices 21. By rotating the pinions, the two overlapping ends of the bands are moved head-on, a feature that causes the expansion of the pipe segments 11, 11', 11". The auxiliary pipe segments 13, 13' are also provided with such expanding devices 21'.



The outside edges of the pipe segments 11, 11' bear peripheral annular sealing profiles 22, 22', by means of which the abutting edge 12 is sealed. The sealing effect is further increased by pressing the auxiliary pipe segment 13 against the inside walls of the pipe segments 11 and 11' in the area of their abutting edge 12.

The sealing profiles 22, 22' are provided on the outside with peripheral annular sealing lips 23, 23', which assume the function of sealing rings. As evident from Figure 2, these sealing lips 23, 23' prevent any pressure-exerting water present in the remaining soil 24 from penetrating between the pipeline, formed by means of the pipe segments 11, 11', 11", and the inside wall of the shield tail 3 into the interior of the roadheader 1.

The annulus 25, remaining between the pipeline 11, 11', 11" and the remaining soil 24, is filled with a suspension 27, introduced through injection nozzles 26. The injection nozzles 26 are depicted only schematically. They are located expediently in the area of the end of the shield tail 3 that faces away from the drill feed.

If Figures 1 and 2 depict the process step, wherein the roadheader 1 is driven forward and the pipe segment 11, added last, is shoved out of the shield tail 3, then Figure 3 depicts the process step, wherein a pipe segment 11'", transported through the already supported pipeline 11, 11', 11", is expanded in the shield tail 3 and is attached to the pipe segment 11. At the same time the roadheader 1 is standing still, the piston rods 14 are retracted into the driving cylinders 10, and the pressure plate 15 is pulled away from the pipe segment 11.

The pipe segment 11'", which has just been brought into the shield tail, has been transported together with an auxiliary pipe segment 13" on an erector car 28 (depicted here in a simplified manner) through the pipeline 11, 11', 11". At this stage the erector car 28 is coupled to the docking station 17 and brought into position by means of the positioner 16. The pipe segment 11'" lies on two actuators 29 for the two expanding devices 21. Similarly the auxiliary pipe segment 13" lies on an actuator 29' for the expanding device 21'. The actuators 29, 29' comprise in essence rotary tools 30, 30', which engage with the above-described pinions of the expanding devices 21, 21'.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The actuators 29 for the pipe segment 11'" are assigned to a front work table 31 of the erector car 28; they can be raised and lowered. The actuator 29' for the auxiliary pipe segment 13" sits on a rear work table 32, which belongs to the erector car 28, can also be raised and lowered, and can be slid in relation to the front work table 31. This state is indicated with a double arrow.

Both the front work table 31 and the rear work table 32 of the erector car 28 have bracing cylinders 33 and 33', which guarantee during the transport of the pipe segment 11'" and the auxiliary pipe segment 13" that the rotary tools 30, 30' remain in engagement with the respective expanding devices 21, 21'. To raise the actuators 29, 29', the bracing cylinders 33, 33' are pulled in.

The erector car 28 exhibits not only wheels, which are not visible here and which brace the erector car 28 against the pipeline 11, 11', 11" and are disposed in front of the pipe segment 11'" or behind the auxiliary pipe segment 13", but also guide wheels 34, which run in the guide rails 20. The guide rails 20 carry the supply lines 18 by means of holding plates 19, which are provided at regular intervals. When the erector car 28 traverses the pipeline 11, 11', 11", the guide rails 20 are raised due to the guide wheels 34 so that owing to the holding plates 19 the result is that the supply lines 18 are raised in the area of the erector car 28. Therefore, the supply lines 18 do not constitute an impediment during the transport of the pipe segment 11'" and the auxiliary pipe segment 13".

Figure 4 shows the Detail IV of Figure 3, but during a process step that takes place later as compared to that shown in Figure 3. The pipe segment 11'" has already been expanded and added to the front end of the pipeline 11, 11', 11", thus to the pipe segment 11. The expanding devices 21 are self-arresting so that the expansion is permanent. The rotary tools 30 of the front worktable 31 have already been retracted again and are no longer in engagement with the pinions of the expanding devices 21.

The rear worktable 32 was slid forward in relation to the front worktable; and thus the auxiliary pipe segment 13" was moved into position. The

auxiliary pipe segment 13" is now in the area of the abutting edge 12 between the pipe segment 11 and the pipe segment 11'". By raising the rotary tool 30' into the apex of the pipeline 11, 11'" and by rotating the pinion of the expanding device 21', the auxiliary pipe segment 13" is expanded and braced against the inside walls of the pipe segment 11 and the pipe segment 11'".

Figure 5 is a sectional view along the line V - V of Figure 3. On the outside one can recognize the (cut) shield tail 3 and in a top view the pipe segment 11 and the auxiliary pipe segment 13, both of which form the front end of the already supported pipeline. The pipe segment 11'", transported with the erector car 28, is also depicted as viewed from the top, whereby one can recognize that it exhibits two overlapping ends and can be expanded by means of the relative motion of the two ends.

The (simplified) erector car 28 comprises not only the already described rotary tools 30, the front work table 31, which alone is visible in this drawing, and the bracing cylinders 33, but also a frame 35, which carries, on the one hand, the work tables 31, 32 and, on the other hand, the wheels 36 (which cannot be recognized in Figure 3), by means of which the erector car 28 can be moved back and forth in the pipeline 11, 11', 11".

On the front end of the erector car 28 is a coupling device 37 to couple to the docking station 17 of the roadheader 1.

Furthermore, it is quite evident from Figure 5, how the guide wheels 34 of the erector car 28 run in the guide rails 20, which raise the supply lines 18 below the erector car 28 by means of the holding plate 19.

Figure 6 is a perspective view of an example of an erector car 28, which has already been depicted (in a simplified form) in Figures 3, 4, and 5. On the frame 35 is a front work table 31, which carries two rotary tools 30 as the actuator 29 for the expanding devices 21 of the pipe segments 11'". On these rotary tools 30, which can be raised and lowered, rests a pipe segment 11'", which is indicated by the dashed-dotted line. The front work table 31 is provided on the right and the left with bracing cylinders 33, which give the pipe segment 11'" in interaction with the rotary tools 30 a secure hold for the transport.

The rear worktable 32 of the erector car 28 is mounted on the frame 35 by means of traversing rails 38 and oblong holes 39 so as to slide longitudinally. It carries a rotary tool 30', which holds the auxiliary pipe segment 13", which is also indicated with a dashed-dotted line, in interaction with the bracing cylinders 33', which are disposed on the right and the left.

Behind the auxiliary pipe segment 13" the frame 35 of the erector car 28 is connected to two wheels 36, which are bent down and which, owing to their downward angle, roll down vertically on the surface of the inside wall of the already supported pipeline 11, 11', 11". Similarly there are two wheels 36, which are bent down, in front of the pipe segment 11'". Between the two front wheels 36 there is a coupling device 37 to couple the erector car 28 to the docking station 17 of the roadheader 1.

The guide wheels 34, which are also attached to the frame 35, run in the guide rails 20, in order to raise them together with the supply lines 18 (not illustrated here) in the area of the erector car 28.

Finally Figure 7 shows a section of the pipeline 11, 11', 11", 11'" produced in the process of the invention with the arrangement of the invention. The dashed lines indicate how the auxiliary pipe segments 13, 13' and 13" sit inside the pipe segments 11, 11', 11", 11'". It is also evident from this drawing that the sealing lips 23, 23' of the sealing profiles 22, 22' act as peripheral sealing rings.

Figure 8 depicts another embodiment of an arrangement of the invention in accordance with the drawing in Figure 1. The roadheader 1 of this embodiment contains a telescope member 40, which is formed in essence by means of an external encasement tube 41 and an inside tube 42, which belongs to the shield tail 3 and can be slid coaxially relative to said encasement tube. To accompany the displacement of the encasement tube 41 in the direction of the inside tube 42, there is also the conveying line 7 with a telescope section 43.

The telescope member 40 is extended and retracted again by means of telescope cylinders 44, which are braced on the front portion of the roadheader 1 by means of front bearings 45 and are braced on the rear portion of the

roadheader 1 by means of rear bearings 46. In front of the telescope member 40 the roadheader 1 has a number of front bracing units 47. Similarly bracing units 48 are also behind the telescope member 40 so as to be distributed over the periphery of the roadheader 1.

The bracing units 47 and 48 comprise two lifting cylinders 49, by means of which an outer wall section 50 can be pushed into the surrounding soil 24 and pulled out again. The result of alternately actuating the front bracing units 47 and the rear bracing units 48 and extending and retracting the telescope cylinders 44 in synchronization is a worm-like advancement of the roadheader 1 so that for tunneling it is braced in essence only against the remaining soil 24 and not against the supported pipeline 11, 11', 11", 11'''.

Thus, the embodiment of an arrangement of the invention depicted in Figure 8 enables continuous tunneling, while the pipeline 11, 11', 11", 11''' is produced in the protection of the shield tail 3.

The operating mode of the embodiment depicted in Figures 1 to 6 is discussed once again with reference to Figures 1 to 6.

In the starting shaft (not illustrated) an expandable pipe segment 11''' and an auxiliary pipe segment 13" are mounted on the rotary tools 30, 30' of the erector car 28 and braced on the erector car 28 by means of the bracing cylinders 33, 33'. Then the erector car 28 is driven through the already supported pipeline 11, 11', 11" up to the shield tail 3 of the roadheader 1. In doing, it is braced by means of four wheels 36 against the inside wall of the pipeline 11, 11', 11". Simultaneously, the guide rails 20 are raised in front of the erector car 28, and with them the supply lines 18 by way of the holding plates 19, and deposited again behind said erector car.

Parallel to this procedure, the roadheader 1 is driven into the soil 24; and at the same time the expandable pipe segment 11, which was attached last, is shoved out of the shield tail 3 in that the driving cylinders 10 are braced against the pipe segment 11 by way of the pressure plate 15 (see Figure 1 and Figure 2).

After the pipe segment 11 has been almost completely pushed out of the shield tail 3, the piston rods 14 are driven into the driving cylinders 10; the tunneling work is stopped; and the erector car 28 is coupled by way of the docking station 17 to the roadheader 1. By means of the positioner 16 the erector car 28 is positioned in such a manner that the pipe segment 11" transported on the erector car 28 rests, after expansion, against the front edge of the pipe segment 11 (see Figure 3).

To expand the pipe segment 11", the two rotary tools 30 of the front work table 31 of the erector car 28 are raised until the pipe segment 11, which is not yet expanded, sits in the apex of the shield tail 3. Then the rotary tools 30 are actuated so that the expanding devices 21 expand the pipe segment 11". After the sealing lips 23 of the sealing profiles 22 fit snugly around the inside wall of the shield tail 3, the expansion is stopped -- which is done most simply by a self-arresting expanding device 21 -- and the rotary tools 30 are lowered again. Then the rear worktable 32 of the erector car 28 is moved ahead in the direction of the front worktable 31 to bring the auxiliary pipe segment 13" into a position between the pipe segments 11 and 11'. The rotary tool 30' is raised until the auxiliary pipe segment 13" sits in the apex of the two pipe segments 11 and 11", whereupon the auxiliary pipe segment 13" is expanded by actuating the rotary tool 30' (see Figure 4). The expansion of the auxiliary pipe segment 13" causes a centering and stabilization of the two pipe segments 11 and 11" and an improved sealing effect of the sealing profiles 22 and 22', lying between said pipe segments.

Finally even the rotary tool 30' is lowered onto the rear worktable 32 of the erector car 28, and the erector car 28 is driven back again into the starting shaft. The tunneling work can be resumed again, while the erector car 28 runs through the pipeline 11, 11', 11", 11'" back into the starting shaft. The driving cylinders 10 are braced by way of the pressure plate 15 against the pipe segment 11" that has just been brought in. The annulus that remains between the outer wall and the remaining soil 24 when the pipe segment 11" that has just been brought in is shoved out is filled with a fast curing suspension in order to stabilize the pipeline 11, 11', 11", 11'".

The embodiment, which is depicted in Figure 8 and which differs from the embodiment just described, enables an uninterrupted tunneling, while the

production of the pipeline 11, 11', 11", 11'" continues in the manner described above, because the roadheader 1 is braced in essence by means of the bracing units 47, 48 against the soil 24.

# **List of Reference Numerals**

1	roadheader
2	shield
3	shield tail
4	cutting wheel
5	sintered carbide tools
6	crusher area
7	conveying line
8	control cylinder
9	rotary drive
10	driving cylinder
11, 11', 11", 11'"	pipe segment
12, 12'	abutting edge
13, 13', 13"	auxiliary pipe segment
14	piston rod (of 10)
15	pressure plate
16	positioner
17	docking station
18	supply lines
19	holding plates
20	guide rails
21, 21'	expanding device
22, 22'	sealing profile
23, 23'	sealing lips
24	soil
25	annulus
26	injection nozzle
27	suspension
28	erector car
29, 29'	actuator (for 21, 21')
30, 30'	rotary tools
31	work table (front)



32	work table (rear)
33, 33'	bracing cylinder
34	guide wheels
35	frame
36	wheels
37	coupling device
38	traversing rail
39	oblong hole
40	telescope member
41	encasement tube
42	inside tube
43	telescope section
44	telescope cylinder
45	bearing (front)
46	bearing (rear)
47	bracing unit (front)
48	bracing unit (rear)
49	lifting cylinder
50	outer wall section

#### Patent Claims

1. Process for producing a tunnel by the shield driving method with the following process steps:
  - (a) driving a roadheader (1) with a shield (2) and a shield tail (3),
  - (b) shoving a pipe segment (11) out of the shield tail (3) during tunneling,
  - (c) transporting expandable pipe segment (11'") through the already supported pipeline (11, 11', 11'") into the shield tail (3),
  - (d) expanding the expandable pipe segment (11'") in the shield tail (3) and stopping the expansion,
  - (e) attaching the expanded pipe segment (11'") to the bore feed-sided end of the already supported pipeline (11, 11', 11'"),
  - (f) repeating the process steps (b) to (e).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2. Process, as claimed in Claim 1, characterized in that expandable bands, which are bent together in the shape of a ring and whose ends overlap in the circumferential direction, are used as the expandable pipe segments (11, 11', 11", 11'").
3. Process, as claimed in either of the Claims 1 or 2, characterized in that the roadheader (1) for tunneling is braced against the pipe segment (11'"), which was attached last to the pipeline (11, 11', 11").
4. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 3, characterized in that the roadheader (1) for tunneling is braced in the surrounding soil (24).
5. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 4, characterized in that an annulus (25), which is present between the outside wall of the pipeline (11, 11', 11") and the remaining soil (24), is filled.
6. Process, as claimed in Claim 5, characterized in that the annulus (25) is filled by means of injection nozzles (26) on the end of the shield tail (3) that faces away from the tunneling work.
7. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 6, characterized in that the interior of the shield tail is sealed against pressure-exerting water or against a filler by means of rings, which are made of a material with rubber-like elasticity and are disposed between the outside wall of the pipe segments (11, 11', 11", 11'") and the inside wall of the shield tail (3).
8. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 7, characterized in that the expandable pipe segments (11'") are transported with an erector car (28), which transports the pipe segments (11'") into the shield tail (3) and expands them there.
9. Process, as claimed in Claim 8, characterized in that, as the erector car traverses the pipeline (11, 11', 11"), the erector car (28) raises the supply lines (18) of the roadheader (1) so that they do not impede the transport of the pipe segments (11'").

10. Process, as claimed in either of the Claims 8 and 9, characterized in that the erector car (28) in the shield tail (3) is coupled to the roadheader (1).
11. Process, as claimed in Claim 10, characterized in that the erector car (28) in the coupled state is supplied with energy and/or controlled by way of the roadheader (1).
12. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 11, characterized in that, in addition to the expandable pipe segment (11''), an auxiliary pipe segment (13'') is transported into the shield tail; and in that after expansion, stopping and attachment of the pipe segment (11'') to the already supported pipeline (11, 11', 11'', 13, 13'), said auxiliary pipe segment is brought into the area of the abutting edge (12) between the pipe segment (11'') and the pipeline (11, 11', 11'', 13, 13') and expanded there until it rests against the inside walls of the pipe segment (11'') and the pipeline (11), whereupon the expansion operation is stopped.
13. Process, as claimed in Claim 12 and any one of the Claims 8 to 11, characterized in that the erector car (28) transports a pipe segment (11'') and an auxiliary pipe segment (13'') together into the shield tail (3), then expands the pipe segment (11''), stops and attaches to the already supported pipeline (11), and thereafter brings the auxiliary pipe segment (13'') into position, expands and stops.
14. Process, as claimed in any one of the Claims 1 to 13, characterized in that all of the process steps are remote controlled.
15. Arrangement to carry out the process, as claimed in Claims 1 to 14, comprising:
  - roadheader (1) with a shield (2) and a shield tail (3),
  - a number of expandable pipe segments (11, 11', 11'', 11'''),
  - transport means (28) to transport the expandable pipe segments (11'') into the shield tail (3),
  - expanding devices (21) to expand the pipe segments (11, 11', 11'' 11'''),

- stopping devices to stop the expansion,
  - a positioner (16) to attach the expanded pipe segments (11'") to the sided-sided end of the already supported pipeline (11, 11', 11"),
  - and means (10, 14, 15) to shove the expanded pipe segments (11, 11', 11", 11'") out of the shield tail (3).
16. Arrangement, as claimed in Claim 15, characterized in that the expandable pipe segments (11, 11', 11", 11'") are expandable bands, which are bent together in the shape of a ring and whose ends overlap in the circumferential direction.
17. Arrangement, as claimed in either of the Claims 15 or 16, characterized in that injection nozzles (26) are disposed on the shield tail (3) in order to fill the annulus (25) between the outside wall of the pipeline (11, 11', 11") and the remaining soil (24).
18. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 15 to 17, characterized in that the expandable pipe segments (11, 11', 11", 11'") are provided with rings, which are affixed to the outside wall of said pipe segments and are made of a material with rubber-like elasticity.
19. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 15 to 18, characterized in that the outside edges of the expandable pipe segments are coated with a material with rubber-like elasticity.
20. Arrangement, as claimed in Claims 16 and 19, characterized in that there is a seal, which runs in essence axially and is disposed between the overlapping ends of the bands, in the overlapping area of the expandable bands.
21. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 15 to 20, characterized in that the transport means are an erector car (28), which carries an actuator (29) for the expanding devices (21).
22. Arrangement, as claimed in Claim 21, characterized in that the roadheader (1) exhibits a docking station (17) to couple the erector car (28).

23. Arrangement, as claimed in Claim 22, characterized in that the positioner (16) is assigned to the docking station (17).
24. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 22 or 23, characterized in that the erector car (28) can be connected by way of the docking station (17) to the supply lines (18) of the roadheader (1).
25. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 21 to 24, characterized in that the erector car (28) exhibits means (34) to raise the supply lines (18) of the roadheader (1).
26. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 15 to 25, characterized in that the expandable auxiliary pipe segments (13) for affixing to the inside walls of two adjacent pipe segments (11, 11') are provided in the area of their abutting edge (12), which lies in between.
27. Arrangement, as claimed in Claim 26 and any one of the Claims 21 to 25, characterized in that the erector car (28) is designed to transport in pairs at least one pipe segment (11'") and at least one auxiliary pipe segment (13'") and exhibits an actuator (29) for expanding the pipe segment (11'") and another actuator (29') for expanding the auxiliary pipe segment (13'").
28. Arrangement, as claimed in Claim 27, characterized in that both actuators (29, 29') can be actuated independently of each other, raised and lowered independently of each other, as well as slid head on.
29. Arrangement, as claimed in any one of the Claims 15 to 28, characterized in that the roadheader (1) exhibits a telescopic telescope member (40) and bracing units (47, 48) which can be extended in the radial direction over the outside wall of the shield tail (3) in front of and behind said telescope member.

[see source for figures]

EP 0 881 359 A1

European Patent Office

Application Number  
EP 97 10 8568

European Search Report

Relevant Documents

Categories	Citation of Document, with Indication, where appropriate, of the Relevant Passages	Relevant to Claims	Classification of Application (Int.Cl. <sup>6</sup> )
A	EP 0 406 876 A (JT ELEKTRONIK GMBH) *the whole document*	1, 15	E21D 9/08 E21D 11/10 E21D 11/40
A	US 3 561 223 A (TABOR JOHN R) *abstract; figures*	1-29	
A	US 3 645 102 A (CHLUMECKY NICHOLAS) *the whole document*	1, 15	
A	EP 0 024 157 A (JOHNSTON CONSTR LTD; JOHNSTON PIPES LTD (GB)) *abstract; figures*	1, 15	
A	EP 0 692 606 A (EN NUCLEAIRE ETABLISSEMENT D U)		
A	EP 0 253 051 A (YAMAMOTO MINORU; SATO KOGYO (JP))		

Fields searched  
(Int. Cl.<sup>6</sup>)  
E21D  
F16L

The present search report was issued for all patent claims:

Place of Search Report

Date of Search Report

Examiner

The Hague

October 24, 1997

Fonseca Fernandez, H

Category of the aforementioned documents

X : document of particular relevance  
Y : document of particular relevance in combination with another document of this category  
A : document member of the same category  
O : non-written disclosure  
P : document published in the priority interval  
T : principles or theories underlying the invention  
E : earlier document, but published on or after the international filing date  
D : document already cited in the patent application  
L : document cited for special reasons  
-----  
& : member of the same patent family, corresponding document



### AFFIDAVIT OF ACCURACY

I, Kim Stewart, hereby certify that the following is, to the best of my knowledge and belief, true and accurate translations performed by professional translators of the following patents from German to English:

EP 0 881 359 A1

DD 233 607 A1

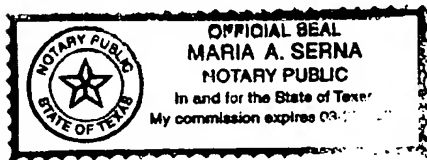
DD 278 517 A1

ATLANTA  
BOSTON  
BRUSSELS  
CHICAGO  
DALLAS  
DETROIT  
FRANKFURT  
HOUSTON  
LONDON  
LOS ANGELES  
MIAMI  
MINNEAPOLIS  
NEW YORK  
PARIS  
PHILADELPHIA  
SAN DIEGO  
SAN FRANCISCO  
SEATTLE  
WASHINGTON, DC

Kim Stewart  
TransPerfect Translations, Inc.  
3600 One Houston Center  
1221 McKinney  
Houston, TX 77010

Sworn to before me this  
23rd day of January 2002.

Signature, Notary Public



Stamp, Notary Public

Harris County

Houston, TX



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**